

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор

Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

**Биология развития**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**Биология**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Д.С. Воробьев

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.

ОПК-3 Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

ИОПК-3.1 Демонстрирует понимание основ эволюционной теории, современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов при осуществлении профессиональной деятельности

ИОПК-3.2 Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Знать основные этапы онтогенеза, фазы эмбрионального развития, их определение и биологический смысл.

– Знать особенности индивидуального развития основных представителей различных таксономических групп.

– Понимать теоретические основы биологии развития, механизмы эмбриогенеза (механизмы дифференцировки, морфогенеза и роста), основные закономерности биологии размножения и развития животных и растений.

– Идентифицировать основные этапы индивидуального развития, определять и различать стадии эмбриогенеза различных представителей животных организмов на микроскопических препаратах.

– Уметь применять знания онтогенезов и жизненных циклов животных в организации мероприятий по защите растений, в области судебной энтомологии и паразитологии, в работе по разведению и хозяйственному использованию биологических объектов.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Шестой семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Зоология беспозвоночных», «Зоология позвоночных», «Генетика».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

– лекции: 26 ч.

– лабораторные: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Предмет и история эмбриологии.

Предмет, задачи и методы биологии размножения и развития. Эмбриология как наука и ее связь с другими биологическими науками. Краткий обзор истории эмбриологии. Воззрения Гиппократ и Аристотеля. Эмбриология XVII–XVIII вв. Преформисты и эпигенетики. Работы К. Ф. Вольфа. Эмбриология XIX в. Работы К. Бэра. Сравнительно-эволюционное направление в эмбриологии (А. С. Ковалевский, Э. Геккель, И. И. Мечников. Экспериментальная эмбриология (В. Гис, В. Ру, Г. Дриш). Неопреформисты и неопигенетики. Современная эмбриология, ее задачи, направления, связь с цитологией, генетикой и молекулярной биологией. Прикладное значение эмбриологии.

Тема 2. Предзародышевое развитие: гаметогенез.

Формирование первичных половых клеток у различных групп животных (губки, кишечнополостные, круглые черви, ракообразные, позвоночные). Миграция гоноцитов в гонаду. Гонадогенез.

Сперматогенез: характерные особенности, фазы. Спермиогенез. Типы семенников у позвоночных животных.

Овогенез. Основные периоды овогенеза: размножение, рост, созревание яйцеклеток. Типы питания яйцеклеток. Превителлогенез и вителлогенез. Характеристика цитологических и биохимических процессов, протекающих в ооците I порядка в профазе мейоза. Ооплазматическая сегрегация в разных типах яйцеклеток. Особенности делений созревания яйцеклетки.

Тема 3. Оплодотворение.

Дистантные и контактные взаимодействия гамет. Акросомная и кортикальная реакция, их биохимические механизмы. Поведение пронуклеусов и центриолей при оплодотворении. Фазы зрелости яйцеклеток при проникновении сперматозоидов у разных организмов. Детерминация пола. Нерегулярные типы полового размножения у животных: партеногенез, гиногенез, андрогенез. Экстракорпоральное оплодотворение у животных и человека.

Тема 4. Дробление.

Общая характеристика процесса дробления: биологический смысл, особенности клеточного цикла, включение родительских геномов. Типы дробления и их связь с количеством и распределением желтка в яйцеклетке. Правила Сакса-Гертвига. Пространственная организация дробления. Ооплазматическая сегрегация. Регуляционные способности бластомеров у зародышей различных систематических групп. Типы бластул и их особенности при различных типах дробления.

Тема 5. Гастрюляция.

Общая характеристика процесса гастрюляции. Способы гастрюляции: деламинация, иммиграция, эпиволия, инвагинация и различные их сочетания. Типы гастрюл. Способы закладки мезодермы у первично- и вторичноротых животных. Дифференцировка мезодермы. Целом. Морфогенетические движения при гастрюляции. Карты презумптивных зачатков. Производные трех зародышевых листков (экто-, энто- и мезодермы).

#### Тема 6. Нейруляция у позвоночных.

Характерные особенности и различия нейруляции у хордовых животных (ланцетника, амфибий, рыб, птиц, млекопитающих): формирование нервной трубки, сегментация мезодермы, дифференцировка отделов головного мозга. Морфогенетические движения при нейруляции.

#### Тема 7. Органогенез.

Производные экто-, мезо- и энтодермы, их органо- и гистогенез. Формирование нервной системы, отделов головного мозга у позвоночных. Развитие глаза. Эпидермис и его производные. Дифференцировка сомитов (миогенез, остеогенез), промежуточной мезодермы и боковых пластинок. Развитие сердца и кровеносных сосудов. Формирование внезародышевых органов у позвоночных: оболочек, желточного мешка, аллантаоиса. Формирование пищеварительной трубки и ее производных. Развитие конечностей. Морфогенетические взаимодействия между частями зачатка при развитии органов. Детерминация и регуляция при развитии органов.

#### Тема 8. Механизмы клеточной дифференцировки.

Дифференцировка клеток как синтез специфических белков и сборка надмолекулярных структур. Дифференцировка клеточных мембран. Механизмы и уровни регуляции синтезов специфических белков: уровень соматических мутаций, транскрипционный, трансляционный, посттрансляционный. Опыты по пересадкам клеточных ядер. Дифференциальная экспрессия генов (насекомые, позвоночные). Химические и физические регуляторы клеточной дифференцировки.

#### Тема 9. Эмбриональная индукция.

Эмбриональная индукция и ее этапы в раннем развитии амфибий (Г.Шпеман). Первичная индукция. Свойства первичного организатора. Индукция мезодермы (П.Ньюкопа). Тангенциальная индукция. Компетенция и вторичные эмбриональные индукции, их механизмы. Контактные и дистантные взаимодействия клеток в развитии организмов. Механизмы клеточной агрегации. Современные представления о молекулярных механизмах индукционных процессов.

#### Тема 10. Сравнительная эмбриология позвоночных.

Развитие организмов с голобластическим типом дробления: ланцетника и амфибий. Закон зародышевого сходства К.Бэра и его современная трактовка. Особенности биологии развития ланцетника как примитивной модели хордовых животных. Особенности развития и размножения амфибий: оплодотворение, дробление яйца. Карты презумптивных зачатков бластулы хвостатых и бесхвостых амфибий. Морфогенетические движения при гастрюляции и нейруляции амфибий. Органогенез. Метаморфоз.

Развитие организмов с меробластическим типом дробления: рыб, рептилий, птиц. Морфогенетические движения в раннем развитии рыб. Формирование желточного мешка. Особенности размножения и раннего развития рептилий и птиц: оплодотворение, дробление яйца, закладка зародышевых листков, внезарод. и зародышевая энтодерма, первичная полоска и бороздка, закладка осевых органов. Формирование внезародышевых органов, их строение и функции: желточного мешка, амниона, серозы, аллантаоиса.

Развитие млекопитающих и человека. Особенности биологии размножения и развития плацентарных млекопитающих и человека. Оплодотворение, дробление, формирование бластоцисты, имплантация. Формирование внезародышевых органов, их строение и роль в развитии: оболочек, аллантаоиса, желточного мешка. Связь зародыша с телом матери. Типы плацент. Близнецы. Критические периоды в развитии человека. Механизмы эмбриональной смертности на разных этапах развития. Аномалии развития человека. Генетические нарушения как причины патологий у человека. Влияние техногенных факторов окружающей среды на размножение и развитие животных и человека (мутагены, тератогены, гонадотоксины, эмбриотоксины). Принципы и перспективы эмбриологического мониторинга.

Тема 11. Регенерация. Регенерации как общебиологическое явление. Регенерация и онтогенез. Регенерация физиологическая и репаративная. Способы регенерации: эпиморфоз, морфаллаксис, компенсаторная и регенерационная гипертрофия. Соматический эмбриогенез.

Тема 12. Постэмбриональное развитие организмов.

Прямое и непрямое развитие. Развитие с полным и неполным превращением у насекомых. Метаморфоз у амфибий. Периодические формообразовательные процессы у животных (смена покровов, линька). Гомеостаз. Гормональная регуляция у животных. Развитие вторичных половых признаков у животных. Рост: типы ростовых процессов, уравнение скорости роста, градиенты роста.

Тема 13. Эмбриологические механизмы эволюционных изменений.

Биогенетический закон и его современная трактовка (Л.В. Крушинский). Гетерохронии (Э. Геккель, Е. Менерт), их роль в эволюции. Гетерохромная метамерия (П.П. Иванов) в понимании происхождения сегментации. Филэмбриогенезы (А.Н. Северцов). Гомеозисные и гомеобоксодержащие гены, их общность для эукариотических клеток и роль в онтогенезах.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценивания практических заданий по работе с микропрепаратами, тестов по лекционному материалу и практическим занятиям, выполнения домашних заданий и контрольной работы и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в шестом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических вопроса, ответ на которые отражает освоение студентом индикаторов ИОПК-2.1, ИОПК-3.1 и ИОПК-3.2, и 1 практическое задание, ответ на которое отражает освоение студентом индикаторов ИОПК-2.1 и ИОПК-3.2. Продолжительность зачета 1 час.

### **Вопросы к зачету по дисциплине «Биология развития»**

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

1. Эмбриология как наука, ее связь с другими биологическими науками.
2. История эмбриологии. Преформизм и эпигенез.
3. Основные периоды эмбриогенеза и укажите их биологическое значение. Процесс эмбрионизации у животных.
4. Общая характеристика сперматогенеза: особенности, стадии, спермиогенез.

5. Общая характеристика овогенеза: особенности, стадии, блокировка.
6. Сравнительная характеристика овогенеза и сперматогенеза.
7. Общая характеристика оплодотворения: этапы, особенности взаимодействия гамет. Кортикальная и акросомная реакции.
8. Полиспермия и механизмы ее защиты у разных животных.
9. Детерминация пола у различных животных.
10. Общая характеристика процесса дробления: биологический смысл процесса, типы дробления, правила Сакса-Гертвига, механизмы дробления.
11. Общая характеристика гастрюляции (способы, механизмы, примеры). Теория зародышевых листков. Особенности закладки мезодермы у первично- и вторичноротых животных.
12. Формирование основных закладок. Нейруляция у позвоночных. Формирование нервной трубки и её дифференцировка. Дифференцировка мезодермы у позвоночных.
13. Развитие органов, производных мезодермального зачатка.
14. Развитие органов, производных эктодермального зачатка.
15. Развитие органов, производных энтодермального зачатка.
16. Развитие глаза как пример индукционных взаимодействий в развитии.
17. Внезародышевые органы позвоночных животных, особенности их образования, строение и функции.
18. Постэмбриональное развитие. Личиночный тип развития.
19. Постэмбриональное развитие. Неличиночный тип развития.

ИОПК-3.1 Демонстрирует понимание основ эволюционной теории, современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов при осуществлении профессиональной деятельности

20. Механизмы клеточной дифференцировки. Детерминация и регуляция в развитии.
21. Эмбриональные регуляции в развитии организмов. Опыты Г. Дриша.
22. Эмбриональная индукция. Опыты Г. Шпемана. Механизмы индукции.
23. Регенерация и соматический эмбриогенез.
24. Теория филэмбриогенезов А. Н. Северцова.

ИОПК-3.2 Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности

25. Методы эмбриологии. Прикладное значение эмбриологии.
26. Развитие ланцетника как модельного объекта развития всех позвоночных.
27. Развитие амфибий. Особенности процесса гастрюляции в связи со значительным количеством желтка.
28. Развитие рептилий и птиц. Особенности строения яйца, дробления, гастрюляции, образования внезародышевых органов.
29. Развитие млекопитающих. Особенности строения яйцеклетки, процесса дробления, гастрюляции, образования внезародышевых органов.
30. Развитие человека. Особенности строения яйцеклетки, процесса дробления, гастрюляции, образования внезародышевых органов. Плацента.
31. Тератология как наука об аномалиях развития. Критические периоды в развитии человека.

**Критерии оценивания:**

Оценка	Критерии оценки
Не зачтено	Нет полного ответа ни на один из вопросов билета.

Зачтено	<p>Полный развернутый ответ на один или оба теоретических вопроса билета (с определениями и основными понятиями биологии развития; с рисунками этапов и стадий эмбриогенеза; объяснением биологического значения различных стадий онтогенеза; схемами экспериментов по эмбриологии; пониманием механизмов развития и др.). В случае полного ответа только на один вопрос по ответу на дополнительные вопросы определяется сдача зачета. Обязательное выполнение практического задания для получения зачета.</p>
---------	---

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=16976>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План лабораторных занятий по дисциплине:

1. Гаметогенез. Общая характеристика сперматогенеза на примере амфибий и млекопитающих. Особенности строения половых клеток у разных организмов (2 часа).
2. Гаметогенез. Общая характеристика овогенеза на примере млекопитающих. Особенности строения половых клеток у разных организмов (2 часа).
3. Оплодотворение. Процесс оплодотворения у лошадиной аскариды. Стадии созревания яйцеклетки, синкарион, дробление яйца аскариды (2 часа).
4. Дробление. Процесс развития морского ежа. Строение бластулы и гастрюлы морского ежа. Поверхностное дробление насекомых (2 часа).
5. Развитие организмов с полным дроблением. Развитие ланцетника как модельного объекта развития всех позвоночных (2 часа).
6. Развитие организмов с полным дроблением. Развитие амфибий. Особенности процесса гастрюляции в связи со значительным количеством желтка (2 часа).
7. Развитие организмов с меробластическим типом развития. Развитие рыб, рептилий и птиц (4 часа).
8. Развитие млекопитающих. Особенности дробления, гастрюляции, образования внезародышевых органов. Развитие человека. Особенности дробления, гастрюляции, образования внезародышевых органов. Тератология (4 часа).
9. Внезародышевые органы (желточный мешок, амнион, аллантаис, хорион), их строение, роль в развитии. Строение плаценты человека (2 часа).

г) Методические указания по проведению практических работ.

Методические указания и рекомендации по выполнению практических работ предоставляются студентам на занятии. Выполнению практических работ предшествует проверка знаний студентов их теоретической готовности к выполнению задания. При выполнении практических заданий студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны цель работы, список заданий и вопросов по теме занятия, пояснения по теме занятия, оборудование, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, схемы, описание микроскопических препаратов и фотографии, контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

в) План семинарских занятий по дисциплине:

1. Общая эмбриология. Характеристика основных периодов онтогенезов.
2. Теоретические вопросы биологии развития. Механизмы развития. Эволюционное направление в эмбриологии.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.  
Самостоятельная работа студентов предполагается в форме углубленного изучения теоретических вопросов, представленных в разделе 8, подготовки к практическим и семинарским занятиям и тестам.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Островерхова Г. П. Биология размножения и развития беспозвоночных: учебник / Г.П. Островерхова, Н.В. Островерхова. – Томск: Издательский Дом Том. гос. ун-та, 2015. – 464 с.

– Практикум по эмбриологии: [учеб. пособие для студ. ун-тов] / В. А. Голиченков [и др.]; под ред. В. А. Голиченкова. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. – 208 с.

– Островерхова Н. В. Биология индивидуального развития: [метод. пособие]. Часть 2. Зародышевое развитие / Н. В. Островерхова, Г.П. Островерхова. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 172 с.

– Островерхова Н.В. Биология индивидуального развития: [учеб.-метод. пособие]. Часть 3. Общие закономерности органогенеза. Сравнительная эмбриология / Н.В. Островерхова. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2009. – 152 с.

– Голиченков В. А. Эмбриология: учеб. для студ. ун-тов / В.А. Голиченков, Е.А. Иванов, Е.Н. Никерясова. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. – 224 с.

– Белоусов Л. В. Основы общей эмбриологии [Электронный ресурс] : учебник / Л. В. Белоусов. – 3-е изд., испр., доп. – М. : Из-во Моск. ун-та, Наука, 2005. – 368 с. Электрон. версия печат. публ. – URL:

[https://vk.com/doc209489723\\_353871942?hash=28f2cb4c313d82655a&dl=b9f1eb1896b783518d](https://vk.com/doc209489723_353871942?hash=28f2cb4c313d82655a&dl=b9f1eb1896b783518d).

б) дополнительная литература:

– Островерхова Н.В. Биология индивидуального развития: [методическое пособие]. Часть 1. Предзародышевое развитие: гаметогенез / Н.В. Островерхова, Г.П. Островерхова. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2005. – 76с.

– Дондуа А. К. Биология развития [Электронный ресурс] : учебник в 2-х томах / А. К. Дондуа. – СПб. : Из-во СПб. Ун-та. – Электрон. версия печат. публ. — URL :

[http://ashipunov.info/shipunov/school/books/dondua2004\\_biol\\_razv\\_1\\_text.pdf](http://ashipunov.info/shipunov/school/books/dondua2004_biol_razv_1_text.pdf) (Т. 1. Элементы сравнительной эмбриологии. – 2004. – 244 с.) – URL :

[http://vk.com/doc141069349\\_275007808?hash=091b9259eb3e49a535&dl=b327296475e1c788e5](http://vk.com/doc141069349_275007808?hash=091b9259eb3e49a535&dl=b327296475e1c788e5) – (Т. 2. Биология развития. – 2005. – 188 с.)

– Корочкин Л. И. Биология индивидуального развития (генетический аспект): учебник / Л.И. Корочкин. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 264 с.

– Корочкин Л. И. Онтогенез, эволюция и гены [Электронный ресурс] // Природа. – 2002. – № 7. – Электрон. версия печат. публ. – URL:

[http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/07\\_02/ONTO.HTM](http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/07_02/ONTO.HTM)

– Барреси М.Дж.Ф. Биология развития / Барреси М.Дж.Ф., Гилберт С.Ф. / пер. с англ. под ред. д.б.н. А.В. Васильева. М. : Лаборатория знаний, 2022. – 803 с. : ил.

в) ресурсы сети Интернет:

– URL: <https://studfile.net/preview/8971389/>

– URL: <https://nsau.edu.ru/images/vetfac/images/ebooks/histology/histology/r7/p-54.html>

– Журнал «Онтогенез» – <https://sciencejournals.ru/journal/ont/>

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитория для практических занятий (№ 133 Главного учебного корпуса ТГУ), имеющая 15 учебных микроскопов (ЛОМО), 15 бинокулярных микроскопов (МБС-2, МБС-9), 5 микроскопов биологических для лабораторных исследований Primo Star; микроскопические препараты стадий онтогенеза позвоночных и беспозвоночных животных, муляжи и макеты стадий развития некоторых позвоночных (ланцетника, рыб, млекопитающих) животных. При освоении дисциплины также используются коллекции слайд-презентаций по всем разделам дисциплины, атласы, а также библиотека кафедры зоологии беспозвоночных БИ ТГУ.

#### **15. Информация о разработчиках**

Островерхова Надежда Васильевна, доктор биологических наук, кафедра зоологии беспозвоночных Биологического института ТГУ, доцент.